Dugesiana 17(2): 113-124
Fecha de publicación: 30 de diciembre de 2010

Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) del Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Jardin Botanico Ignacio Rodriguez de Alconedo of the Benemerita Universidad Autonoma de Puebla, Puebla, Mexico

Natali Rodríguez Fernández*, Hortensia Carrillo-Ruiz*, S. Patricia Rivas-Arancibia*, Luis N. Quiroz-Robledo y A. Rosa Andrés Hernández***

*Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio Edificio 112 A, Ciudad Universitaria. Col. Jardines de San Manuel, C. P. 72570. Puebla, México.** Red Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A. C. km 2.5 carretera antigua a Coatepec 351, Congregación El Haya, AP 63, Xalapa 91070, Veracruz, México.

RESUMEN

En este trabajo se presenta un listado de Formicidae del Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Las hormigas fueron colectadas de octubre 2008 a julio de 2009, a una altitud de 2500 m snm. Se registran cinco subfamilias, nueve géneros y 11 especies. La mayor riqueza específica corresponde a dos subfamilias, Formicinae (4 spp.) y Myrmicinae (4 spp.), seguidas de Ecitoninae, Ponerinae y Dolichoderinae, las cuales presentan una especie respectivamente. Las especies *Brachymyrmex heeri* Forel, *Camponotus conspicuus zonatus* Emery, *Camponotus curviscapus* Emery, *Monomorium cyaneum* Wheeler, *Paratrechina sp. aff. mexicana* (Forel), *Pheidole* sp. aff. *ceres* Wheeler y *Pheidole* sp. aff. *hoplitica* Wilson son nuevos registros para el estado de Puebla. Se presenta un comparativo entre la eficiencia de muestreo con trampas pitfall cebadas con atún y trampas de miel.
Palabras clave: Formicidae, Taxonomía, Riqueza, Abundancia, México.

ABSTRACT

A list of Formicidae species from Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo in the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) is presented. Ants were collected from October 2008 to July 2009 at 2500 m asl. Five subfamilies, nine genera and 11 species were recorded. The greatest species richness corresponds to the Formicinae and Myrmicinae subfamilies with four species each one, followed by the subfamilies Ecitoninae, Ponerinae and Dolichoderinae with only one species each. The species *Brachymyrmex heeri* Forel, *Camponotus conspicuus zonatus* Emery, *Camponotus curviscapus* Emery, *Monomorium cyaneum* Wheeler, *Paratrechina* sp. aff. *mexicana* (Forel), *Pheidole* sp. aff. *ceres* Wheeler and *Pheidole* sp. aff. *hoplitica* Wilson are new records for the State of Puebla. We also evaluate the efficiency of sampling ants with pitfall traps baited with tuna and honey traps.
Key words: Formicidae, Taxonomy, Species richness, Abundance, Mexico.

INTRODUCCIÓN

La familia Formicidae constituye una de las familias más diversas dentro de la Clase Insecta, son una agrupación cosmopolita, de acuerdo con Agosti & Johnson (2003) a nivel mundial se estima existen 21, 847 especies agrupadas en 574 géneros, aunque en la actualidad se han descrito 12, 606 especies (Agosti y Johnson 2005). En la región Neotropical, que abarca desde el norte de México hasta el centro de la Argentina, la familia Formicidae está representada por ocho subfamilias, 43 tribus y 119 géneros, y hasta el momento existen aproximadamente 3, 100 especies descritas (Fernández & Ospina 2003). Rojas en el 2001 reporta para México un total de 422 especies y 78 géneros de hormigas asociadas al suelo, que pertenecen a seis de las siete subfamilias registradas para el país.

Actualmente se sabe que los formícidos son organismos ideales para realizar estudios de biodiversidad, ya que son insectos que tienen una alta sensibilidad a los cambios del ambiente y presentan una alta diversidad taxonómica y funcional, dominancia en la mayoría de los hábitats terrestres y facilidad de colecta (Silva & Brandão 1999, Schmidt & Diehl 2008), aunque cabe señalar que los nidos y los sitios de forrajeo son estacionarios, por lo que es necesario realizar muestreos sistemáticos para observar el desarrollo de comunidades, poblaciones o colonias (Bestelmeyer 2000, Agosti y Johnson 2003).

La humanidad se vuelve cada vez más urbana, pero lo cierto es que sigue dependiendo de la naturaleza para su supervivencia. Las ciudades dependen de los ecosistemas más allá de los límites de la ciudad, pero también se benefician de los propios ecosistemas urbanos. Los ecosistemas dentro del área urbana, proporcionan "Servicios del ecosistema" es decir, los beneficios que obtienen las poblaciones humanas de los ecosistemas. De acuerdo con Bolund & Hunhammar (1999) los servicios que proporcionan, tiene que ver con la filtración del aire, regulación del micro-clima, reducción de ruido, drenaje de aguas pluviales, tratamiento de aguas residuales y los valores recreativos y culturales.

La urbanización puede promover la pérdida de la diversidad de especies, por un efecto de especie-área: una gran extensión de superficie en las zonas urbanas se reduce y sólo quedan fragmentos de superficie disponibles para las plantas y los animales. Por otro lado, algunos aspectos de la urbanización pueden promover mayores niveles de diversidad biológica, por lo general mediante la adición de especies no nativas que reemplazan a las especies nativas (McKinney 2002; Patitucci *et al*. 2010).

La investigación que relaciona los efectos de la urbanización sobre la biodiversidad son escasos, sin embargo se ha visto que las hormigas realizan múltiples funciones ecológicas que estabilizan los ecosistemas y contribuyen a un número de "servicios del ecosistema" como la infiltración de agua y la productividad del suelo (Sanford *et al*. 2008).

Algunas especies de hormigas han logrado ocupar los ambientes urbanos, en donde tienen una amplia distribución y abundancia. Este éxito está probablemente relacionado con sus hábitos de alimentación, ya que la mayoría de las hormigas son omnívoras, y también porque explotan pequeños espacios para nidificar, tales como grietas y agujeros. El contacto entre los humanos y las hormigas se puede observar en las zonas urbanas: en residencias, establecimientos comerciales e incluso en los hospitales (Chacon de Ulloa *et al*. 2006; Kamura *et al.* 2007).

La urbanización se está extendiendo rápidamente en todo el mundo y un reto fundamental para la conservación es entender cómo afecta a la biodiversidad (Mckinney 2008), siendo importante realizar estudios de taxonomía alfa para determinar los grupos de insectos que logran sobrevivir a la invasión humana, y los papeles que desempeñan en estos nuevos hábitats modificados.

Por ello resulta entonces importante el conocimiento de las especies de hormigas existentes en áreas urbanas. Así, el objetivo de este trabajo se centró en determinar la riqueza de especies de Formicidae que se distribuyen en el Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, el cual se encuentra dentro del área urbana de la Ciudad de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) se ubica al noreste de la ciudad de Puebla, en el estado de Puebla (18° 89'N - 98° 17' O). Presenta una superficie de 10 hectáreas, con una altitud de 2150 msnm y clima templado subhúmedo (Botanic Gardens Conservation International 2010).

Se encuentra dividido en nueve secciones, tres de ellas son vegetación representante de las zonas Norte, donde se tienen elementos de pino-encino y de bosque mesófilo, la zona Centro con elementos de pino-encino y *Juniperus* L. y la zona Sur, con elementos de tipo de vegetación de bosque tropical caducifolio del estado de Puebla; seis secciones más se encuentran clasificadas como zona de Cactáceas y Suculentas, zona de *Arboretum*, zona *Quercetum,* zona de Plantas acuáticas, *Palmetum* y zona de Plantas de importancia económica (Botanic Gardens Conservation International 2010) (Fig. 1).

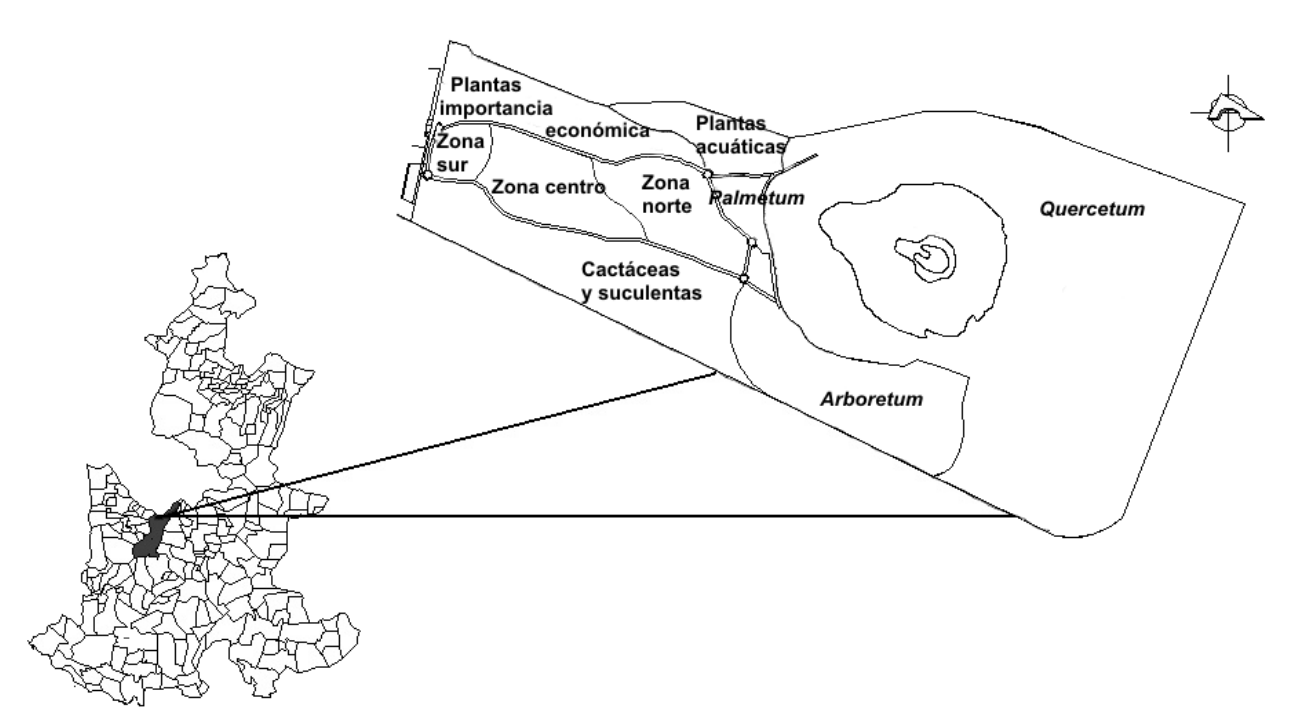


Figura 1. Zona de Estudio, Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo (BUAP).

Muestreos

Se realizaron colectas mensuales con dos tipos de trampas durante 10 meses, de octubre de 2008 hasta julio de 2009. Se seleccionaron nueve cuadrantes de 30 m x30 m, uno en cada una de las nueve secciones del Jardín, en cada cuadrante se marcó un transecto de 30 m en donde se colocaron seis trampas: tres trampas pitfall cebadas con atún, que fueron colocadas a nivel de la superficie del suelo, y tres trampas de miel, a una altura aproximada de 1 m, atadas a las plantas cercanas al punto de colecta y separadas por intervalos de 5 metros. En total se pusieron 54 trampas. Las trampas permanecieron durante una semana y se revisaron cada 48 horas, los ejemplares atrapados fueron transportados al laboratorio y montados en seco; se determinaron de acuerdo a las claves genéricas de Bolton (1994), Palacio & Fernández (2003), y Mackay & Mackay (1989), y con claves de identificación a nivel de especie particulares para cada caso. Todos los organismos colectados están depositados en la Colección Entomológica de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología A. C. Xalapa (IEXA).

Análisis de la eficiencia de muestreo

Con el fin de conocer la riqueza de las especies de hormigas en el Jardín Botánico y evaluar la eficiencia de los dos tipos de muestreo (pitfall y trampas de miel), se recurrió tanto a estimadores no paramétricos (Bootstrap y Chao 1), como paramétricos (Clench y el Modelo logarítmico). Se elaboraron curvas de acumulación de especies construidas a partir de una matriz de abundancia realizando 100 aleatorizaciones del orden de las muestras, esto con el propósito de evitar sesgos debidos a la estación del año o algún otro factor ambiental no considerado (Colwell *et al.* 2004). Las curvas de acumulación de especies permiten comparar la eficiencia del esfuerzo de colecta con dos diferentes tipos de trampa empleadas. Los análisis fueron realizados con el programa EstimateS 7.0 (Colwell 2004).

Análisis de riqueza y abundancia

Se obtuvo la riqueza de especies (S) expresada como el total de especies encontradas y la diversidad alfa utilizando el índice Simpson (1949); se estimó también la abundancia de las especies y la frecuencia de captura, se aplicó así mismo, una prueba de Chi cuadrada para determinar diferencias entre las especies colectadas con los dos tipos de trampas (pitfall cebada con atún y de miel). Con el propósito de encontrar diferencias de comportamiento o del ciclo de vida entre las especies, se comparó la frecuencia de las especies mes a mes a través de una prueba de Kruskal-Wallis. Para determinar el efecto del tipo de vegetación (zona del Jardín), sobre la abundancia de hormigas, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía (Zar 1999).

RESULTADOS

Colecta de especies

Se colectaron 42, 617 individuos pertenecientes a cinco subfamilias, nueve géneros y 11 especies (Cuadro 1), de las cuales cuatro ya habían sido reportadas en el estado de Puebla y siete son nuevos registros *Brachymyrmex heeri* Forel, 1874, *Camponotus conspicuus zonatus* Emery, 1894, *Camponotus curviscapus* Emery, 1896, *Monomorium cyaneum* Wheeler, 1914, *Paratrechina* sp. aff. *mexicana* (Forel, 1899), *Pheidole* sp. aff. *ceres* Wheeler, 1914 y *Pheidole* sp. aff. *hoplitica* Wilson, 2003. A continuación se indica la composición específica para cada género.

DOLICHODERINAE, Dolichoderini

Dorymyrmex Mayr, 1866. Son hormigas que se caracterizan porque la casta de las obreras presenta un psamóforo (una serie de sedas dispuestas en la superficie ventral de la cabeza) y una espina dorsal en forma de cono en el propodeo. Su sistemática es compleja, el género ha sido divido en el pasado hasta en cinco géneros y dos subgéneros. Hasta el momento se han realizado revisiones parciales del género (Snelling 1973, 1975, 1995; Snelling & Hunt 1975; Gallardo 1916, Kusnezov 1952). Todas las especies de *Dorymyrmex* construyen sus nidos en el suelo en regiones áridas o semiáridas. Habitan desde el norte de Estados Unidos hasta el sur de la Argentina. En México las especies del género que se han registrado se distribuyen en Baja California, Coahuila, Durango, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Sonora y Tamaulipas (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Ríos-Casanova *et al.* 2004, Alatorre- Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza *et al.* 2010). En el Jardín Botánico se registró una especie *Dorymyrmex bicolor* Wheeler, 1906 cuyos ejemplares se colectaron en casi todos los meses de muestreo, excepto en el mes de mayo (Cuadro 2).

ECITONINAE, Ecitonini

Neivamyrmex Borgmeier, 1940. Las hormigas de este género se distinguen por presentar los ojos pequeños y por presentar las uñas tarsales sin dientecillos anteriormente. Son de hábitos predominantemente hipógeos, se distribuyen en la región Neotropical. En México este género se distribuye en Baja California, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Alatorre- Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza *et al.* 2010). Se encontró una especie en el Jardín Botánico *N. nigrescens* (Cresson, 1872), cuyos ejemplares se colectaron sólo en el mes de mayo (Cuadro 2).

FORMICINAE, Plagiolepidini

Brachymyrmex Mayr, 1868. Las especies de este género son de tamaño pequeño (3.34-3.45) (Quirán 2007), son hormigas forrajeras generalistas (Ríos-Casanova *et al.* 2004) y se caracterizan porque las antenas están formadas por nueve artejos sin una maza antenal bien definida. Las especies de este género se distribuyen en la región Neotropical y en México se les ha encontrado en los estados de Chiapas, Durango, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Morelos, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Ríos-Casanova *et*

al. 2004, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza *et al.* 2010) . En la zona de estudio se registró a la especie *B. heeri*, cuyos ejemplares se colectaron de noviembre a julio (Cuadro 2).

FORMICINAE, Camponotini

Camponotus Mayr, 1861. Las hormigas de este género son de tamaño variable, la cabeza de algunas obreras y soldados está modificada para obstruir la entrada a los nidos. Son hormigas forrajeras generalistas (Ríos- Casanova *et al.* 2004, Alatorre-Bracamontes & Vásquez- Bolaños 2010) y sus nidos se encuentran a nivel del suelo (Tschinkel 2005) o en las bases de las copas de los árboles. Son insectos de afinidad Neotropical; las especies de este género se han registrado en Baja California, Coahuila, Hidalgo, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas y Veracruz (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Ríos-Casanova *et al.* 2004, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán-Mendoza *et al.* 2010). En el Jardín Botánico se encontraron dos especies: *C. conspicuus zonatus* y *C. curviscapus*, los ejemplares de las dos especies fueron colectados en el mes de Marzo (Cuadro 2).

FORMICINAE, Plagiolepidini

Paratrechina Motschoulsky, 1863. Son hormigas que se caracterizan por presentar sedas gruesas y erectas en la cabeza y en el promesonoto. Es un género cosmopolita, taxonómicamente problemático, con numerosas especies descritas. Están asociadas al suelo, tanto en zonas conservadas como perturbadas, y se han revisado sólo las especies asociadas a la región Neártica. En México se distribuyen en Chiapas, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán y (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza *et al.* 2010). En la zona de estudio se registró a una especie, *P.* sp. aff. *mexicana*, cuyos ejemplares se colectaron en los meses de octubre, noviembre, febrero, marzo, mayo y junio (Cuadro 2).

MIRMICINAE, Attini

Atta Fabricius, 1804. Son hormigas polimórficas, se caracterizan por tener un cuerpo cubierto por espinas y tubérculos. Habitan los suelos en donde son conspicuas y forman filas de obreras que transportan pedazos de hojas ya que son defoliadoras, por emplear hojas, frutos, tallos y flores para el cultivo de los hongos que forman parte de su alimentación. Este hábito las convierte en económicamente importantes, ya que son enriquecedoras del suelo o pueden actuar como plagas. En México, las especies que se han registrado se distribuyen en Aguascalientes, Chiapas, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatan, (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Ríos-Casanova *et al.* 2004, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza *et al.* 2010). En el Jardín Botánico se encontró una especie, *Atta mexicana* (Smith, 1858) cuyos ejemplares se colectaron en los meses de diciembre, enero, febrero, abril y mayo (Cuadro 2).

MIRMICINAE, Pheidolini

Pheidole Westwood, 1893. Son hormigas que se alimentan principalmente de semillas (granívoras), se caracterizan por presentar un pecíolo con pedúnculo largo. Wilson (2003) reconoce 19 grupos de especies que se distribuyen en el Nuevo Mundo, lo que hace a *Pheidole* un género "mega-diverso" (Moreau 2008). En México se han registrado en Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Querétaro, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Ríos-Casanova *et al.* 2004, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza *et al.* 2010). En la zona de estudio se registraron dos especies, *P.* sp. aff. *ceres* y *P.* sp. aff. *hoplitica*, de ambas especies se colectaron ejemplares en casi todo los meses de muestreo, excepto en julio (Cuadro 2).

MIRMICINAE, Solenopsidini

Monomorium Mayr, 1855. Son hormigas con las antenas están formadas por 12 artejos con una maza de tres a cuatro artejos. Son hormigas forrajeras generalistas, cosechadoras (Alatorre- Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010) y son consideradas como plagas domésticas, llegando a ser invasores indeseables en los hogares por los daños causados a los inquilinos (Cupul-Magaña 2009). En México hasta el momento se han registrado en Baja California, Campeche, Chiapas, Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010). En la zona de estudio se registró una especie, *M. cyaneum* cuyos ejemplares fueron colectados en casi todos los meses, excepto en julio (Cuadro 2).

PONERINAE, Ponerini

Odontomachus Latreille, 1804. Las hormigas pertenecientes a este género se caracterizan por presentar mandíbulas de tipo trampa de resorte y el nodo peciolar es cónico y puntiagudo; son depredadoras, comunes y conspicuas en la mayoría de los suelos, sus nidos generalmente se encuentran a nivel del suelo (Cerquera & Tschinkel 2009) y en hojarasca (Ehmer & Hölldobler 1995). Son organismos de afinidad Neotropical, en América se distribuyen desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, incluyendo muchas islas del Caribe. En México se ha registrado este género en Campeche, Chiapas, Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán y (Rojas 2001, Parra *et al.* 2003, Ríos- Casanova *et al.* 2004, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza *et al.* 2010). En el Jardín Botánico se encontró una especie *Odontomachus clarus*

Roger, 1861 cuyos ejemplares se colectaron en los meses de octubre, marzo y abril (Cuadro 2).

Curvas de acumulación de especies

En la captura con trampas de miel, de acuerdo con los estimadores no-paramétricos, se obtuvo una eficiencia de muestreo para Bootstrap de 94.56% y para Chao 1 un 100 %. Los estimadores paramétricos mostraron una eficiencia del muestreo de 93.80% de acuerdo al modelo de Clench, y para el modelo logarítmico de 98.64 % (Cuadro 3; Fig. 2 A y 2 B).

En trampas pitfall cebadas con atún, los estimadores no paramétricos nos muestran una eficiencia de muestreo para Bootstrap de 91.05% y para Chao 1 de 100%; los estimadores paramétricos mostraron una eficiencia de muestreo de 91.97% para Clench y de 99.90% para el Modelo logarítmico (Cuadro 3; Fig. 3A y 3 B). Al comparar la eficiencia del esfuerzo de colecta, con los dos diferentes tipos de trampas empleadas, los modelos no paramétricos coinciden en el número de especies observadas para el esfuerzo de colecta efectuado para trampas de miel, donde Chao Mean 1 predice un total de 8 especies, mientras que Bootstrap Mean predice 9 especies; así también, los dos modelos paramétricos coinciden con el número de especies observadas, en donde el modelo Clench estima que al aumentar el esfuerzo de captura en 20 muestras se alcanzará un número de 9 especies; por otro lado, el modelo logarítmico estima que en 20 ocasiones de captura se obtendrán 8 especies. Con estos resultados podemos asumir que las especies que son atraídas por este tipo de cebo están inventariadas en su totalidad en la zona de estudio.

El modelo no paramétrico Chao Mean para el muestreo con trampas pitfall predice el mismo número de especies colectadas, sin embargo el modelo Bootstrap predice que en 20 muestras se alcanzarán un total de 12 especies; el Modelo logarítmico predijo un total de 11 especies, mientras que el modelo Clench predice que en 20 muestras se alcanzarán un total de 12 especies. Estos resultados nos indican que al aumentar el esfuerzo de muestreo en 20 meses obtendremos una especie más. Por otra parte, la eficiencia de captura en ambos métodos fue similar para los dos tipos de trampa con un intervalo en la eficiencia de captura de 91.05% a 100%, por lo que podemos asumir que la fauna de las hormigas epigeas del Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo se encuentra casi completa.

Diversidad y Abundancia

De las cinco familias registradas, Myrmicinae fue la más abundante con 28, 132 individuos, seguida de Formicinae con 10,686 organismos, Dolichoderinae con 3, 689 individuos, Ecitoninae con 78 y finalmente Ponerinae con 32 organismos.

La especie más abundante en el Jardín Botánico fue *P. aff. ceres* con 12, 711 ejemplares, dominando en la mayoría de las zonas muestreadas; le sigue *P. aff. hoplitica* con 10, 446 organismos y de *B. heeri* especie de la cual se colectaron 9, 388 ejemplares (Cuadro 2).

La diversidad alfa para cada sitio, calculada a través del índice de Simpson, muestra que las zonas más diversas fueron el *Palmetum* y la zona Centro, mientras que el índice más bajo se presentó en la zona Norte (Cuadro 4). La abundancia relativa de las especies se muestra en la Figura 4, donde *P.* sp. aff. *ceres* fue la especie más abundante en cinco de las nueve zonas muestreadas (Importancia económica, *Palmetum*, *Quercetum*, Centro y Acuáticas), convirtiéndose así en la especie con el mayor número de individuos durante todo el periodo de muestreo (Cuadro 2). La especie *P.*sp. aff. *hoplitica* es la especie que le sigue en abundancia, superando a *P.* sp. aff. *ceres* con un mayor número de individuos en dos zonas (Sur y *Arboretum*); mientras que la especies más escasas fueron *C. conspicuus zonatus* y *C. curviscapus*, para quienes el número de individuos capturados fue muy bajo (Cuadro 2).

Para encontrar diferencias en el comportamiento o en el ciclo de vida de los formícidos del Jardín, se comparó la frecuencia de las especies mes a mes (Figura 5), a través de una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, en la cual no se detectaron diferencias significativas en el cambio mensual de las frecuencias entre especies ($X^2 = 11.85$, $p = 0.221$). Asimismo, se evaluó el efecto de la zona sobre la abundancia de hormigas, no encontrándose efecto significativo en ninguna de ellas ($F = 0.76$, $p = 0.637$).

La prueba Chi cuadrada para determinar diferencias entre las especies colectadas con los dos tipos de trampas arrojó resultados significativos para la abundancia pero no para la riqueza de especies (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

Las hormigas son un grupo de insectos poco estudiado en nuestro país (Rojas 2001), ya que tradicionalmente han sido consideradas como un grupo de taxonomía difícil (Bolton 1994).

Actualmente existen catálogos de las especies del Norte y área tropical del país (Williams *et al.* 1992), sin embargo, no existe un catálogo para las especies de la zona Centro del país; hasta el momento se han reportado seis subfamilias y 29 especies repartidas en 25 géneros para la entidad poblana (Parra *et al.* 2003; Ríos- Casanova *et al.* 2004; Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010; Guzmán- Mendoza *et al.* 2010) (Cuadro 1).

Los nuevos registros para Puebla son: *B. heeri*, especie que ocupó el tercer lugar en abundancia dentro del área de estudio y fue colectada en todas las secciones del jardín; dos especies del género *Camponotus, C. conspicuus zonatus* y *C. curviscapus*, las especies de este género fueron las menos abundantes en el área de estudio; *M. cyaneum*, especie de la cual se colectaron ejemplares en todas las secciones del Jardín Botánico y ocupo el cuarto lugar en abundancia, de acuerdo con Rojas (2001) se ha registrado en 11 estados de México; *Paratrechina* sp. aff. *mexicana*, especie que mostró similitudes con la especie *Paratrechina mexicana* (Forel, 1899) la cual se ha registrado en el Valle de Tehuacán (Ríos-Casanova *et al.* 2004), *P.* sp. aff. *ceres* y *P.* sp. aff. *hoplitica*, especies que ocuparon el primer y segundo lugar en abundancia, respectivamente y colectadas en todas las secciones del área de estudio.

Curvas de acumulación de especies

Los resultados obtenidos muestran que no hay discrepancias entre los estimadores, ya que todos ellos señalan un adecuado esfuerzo de colecta, en donde casi todas las especies han sido inventariadas. Con excepción de Bootstrap y Clench, que consideran 9 especies esperadas, los demás calculan las 8 especies encontradas, para las trampas de miel; mientras que estos mismos estimadores predicen también una especie más para las trampas pitfall cebadas con atún, por lo que, si se desea evaluar la confiabilidad de los estimadores se deben considerar tanto las características de las muestras obtenidas como el sesgo y exactitud del estimador. Debido a que se tienen especies con pocos individuos, o bien los individuos de algunas de ellas se presentan únicamente en una o dos muestras, la estimación de la riqueza utilizando métodos no paramétricos resulta más adecuada. Este tipo de estimadores tiene un sesgo menor que la extrapolación basada en la curva de acumulación de especies y requiere menor cantidad de datos que los estimadores paramétricos (Colwell & Coddington 1994; Moreno 2001; Gotelli & Colwell 2001; Brose 2002). Por otro lado la curva de Chao 1 alcanza la asíntota no así la curva de Bootstrap. De esta manera consideramos que el estimador más confiable para las trampas de miel es Chao 1.

Al igual que para las trampas de miel la presencia de pocas trampas con individuos o muestras con pocos individuos hace que los estimadores más adecuados sean los no paramétricos. Debido a la diversidad del grupo, resulta muy difícil obtener un valor de riqueza verdadera, y por tanto, la evaluación de la precisión y sesgo de los estimadores se imposibilita. Así podría ser práctico recurrir a la evaluación visual, identificando su eficacia a partir de las características de la curva de acumulación de especies (López-Gómez & Williams-Linera 2006). Así los estimadores más adecuados son aquellos cuyas curvas de acumulación tienen una tasa de crecimiento inicial alta y una asíntota definida (Chazdon *et al.* 1998; Gotelli & Colwell 2001). Con base en lo anterior consideramos que para las trampas cebadas con atún Bootstrap podría ser un estimador más confiable.

De esta manera si existen aun especies sin registrar en el Jardín, podría deberse a que son especies con hábitos alimenticios diferentes o que no se encuentra de manera constante en la comunidad; posiblemente se requiera un método de captura que incluya estratos hipógeos y arborícolas.

Diversidad y Abundancia

Las especies más abundante en el Jardín Botánico fueron *P. aff. ceres*, *P. aff. hoplitica* y *B. heeri.* Es probable que los hábitos alimenticios de estas especies, granívoras y forrajeras generalistas respectivamente pudiesen favorecer su abundancia (Ríos-Casanova *et al.* 2004).

Las especies *C. curviscapus* y *N. nigrescens* fueron colectadas sólo en una zona del Jardín Botánico. Para éstas últimas (depredadora y forrajera respectivamente) es probable que condiciones de competencia con otras especies de hábitos similares (*Odontomachus clarus* y *Camponotus curviscapus*, depredadora y forrajera, respectivamente) pudiera ser la causa del bajo número de individuos registrados, sin embargo no son las únicas variables que pueden influir en la abundancia; por lo que sería interesante realizar estudios ecológicos para dar respuesta a esta interrogante.

De acuerdo con el estadístico de Chi cuadrada, existe una diferencia significativa en cuanto a la abundancia de organismos colectados por los dos tipos de trampa (pitfall y miel; $P < 0.05$), esto concuerda con el hecho de que las trampas están diseñadas para capturar diferentes especies con distintos hábitos alimenticios, por lo que es de esperar que existan diferencias de abundancia entre las mismas de acuerdo a la variación de recursos disponibles en cada caso. Sin embargo, para la riqueza de especies no se encontraron diferencias significativas ($P = 0.49$; Cuadro 5), esta similitud en el número de especies capturadas con ambas trampas podría relacionarse con una gran diversidad de nichos disponibles en el Jardín, o bien con una gran eficiencia en la explotación de los diferentes recursos, lo que permite a diferentes gremios de hormigas explotarlos casi en su totalidad.

CONCLUSIONES

Se colectaron un total de 42, 617 individuos pertenecientes a cinco subfamilias, nueve géneros y 11 especies, la subfamilia más abundante resultó ser Myrmicinae con un total de 28, 132 individuos (66%) y *P. aff. ceres* resultó ser la especie más abundante con un total de 12, 711 individuos (30%). Las especies con mayor distribución espacial y temporal fueron *Brachymyrmex* heeri, *Dorymyrmex bicolor*, *Monomorium cyaneum*, *Pheidole aff. ceres*, y *Pheidole aff. hoplitica*, a excepción de *Paratrechina mexicana* que solo predominó espacialmente. La eficiencia de muestreo fue bastante alta por lo que podemos establecer que casi la totalidad de las especies de formícidos epigeos del Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo se encuentra inventariada.

De acuerdo con el estadístico de Chi cuadrada, existe una diferencia significativa en cuanto a la abundancia de organismos colectados por los dos tipos de cebo, sin embargo, la riqueza de especies no mostró diferencias significativas en los tipos de trampa.

No se encontraron diferencias de comportamiento o del ciclo de vida entre las especies colectadas, ni hubo efecto del tipo de vegetación sobre la abundancia de hormigas.

Las siguientes especies *B. heeri*, *C. conspicuus zonatus*, *C. curviscapus*, *M. cyaneum*, *P.* sp. aff. mexicana, *P.* sp. aff. *ceres* y *P. sp aff. hoplitica* representan nuevos registros para el estado de Puebla.

AGRADECIMIENTOS

A Daniel Sears Morales (Escuela de Biología-BUAP) por su apoyo en la separación de muestras y montaje de ejemplares. El presente trabajo se realizó gracias al apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado e Investigación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (VIEP), en el marco del megaproyecto Universidad y Medio Ambiente (UMA). Natali Rodríguez Fernández recibió apoyo económico del Consejo de Ciencia y Tecnología (Concytep, Becas- Tesis 2009).

LITERATURA CITADA

Agosti, D. & J. F., Johnson. 2003. La nueva taxonomía de hormigas. (pp. 29-44). In: Fernández, F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.

Agosti, D. & N. F., Johnson. 2005. Antbase. World Wide Web electronic publication. antbase.org. http://www.antbase.org/. Consultada el 26 septiembre de 2010.

Alatorre-Bracamontes, C. E. & M., Vásquez-Bolaños. 2010. Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana,* 17(1): 9-36.

Bestelmeyer, B. T., D. Agosti, L. E. Alonso, C. R. F. Brandão, W. L., Brown, J, H. C. Delabie & R. Silvestre. 2000. Field Techniques for the study of Ground- Dwelling ants. (pp. 122-144). In: Agosti, D., J. D., Majer, L. E., Alonso & T. R. Schultz (Eds.). Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press.

Bolton, B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 71: 1-370.

Bolund, P. & S., Hunhammar. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29:293–301.

Botanic Gardens Conservation International. http://www.bgci.org/garden_search.php. Consultada el 28 de septiembre de 2010.

Brose, U. 2002. Estimating species richness of pitfalls catches by non-parametric estimators. *Pedobiología*, 46 (2): 101-107.

Cerquera, L. M. & W. R. Tschinkelb. 2009. The nest architecture of the ant *Odontomachus brunneus*. *Journal of Insect Science*, 10 (64): 1-12.

Chacón de Ulloa, P., G. I., Jaramillo & M. M., Lozano. 2006. Hormigas urbanas en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 30 (116): 435-441.

Chazdon R. L., R. K., Colwell, J. S., Denslow & M. R. Guariguata. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regenerations in primary and secundary rain forest of northeastern Costa Rica. (pp. 285- 309). In: Dallmeier F. & J. A. Comiskey (Eds). Forest biodiversity research, monitoring and modelling. The Parthenon Publishing group, París.

Colwell, R. K. 2004. EstimateS 7.0: statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut, Storrs. http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS. Consultada el 20 de septiembre de 2010.

Colwell, R. K., & J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series B 345: 101-118.

Colwell, R. K., C. X. Mao & J. Chang. 2004. Interpolating, Extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717-2727

Cupul- Magaña, F. G. 2009. Diversidad y Abundancia de hormigas (Formicidae) en las viviendas de Puerto Vallarta, Jalisco, México**.** *Ecología Aplicada*, 8(2): 115-117.

Ehmer, B. & B., Hölldobler. 1995. Foraging Behavior of *Odontomachus bauri* on Barro Colorado Island, Panama. *Psyche*, 102: 215-224.

Fernández, F. & M. Ospina. 2003. Sinopsis de las Hormigas de la región Neotropical. (pp. 49-64). In: Fernández, F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.

Gallardo, A. 1916. Las hormigas de la República Argentina: subfamilia Dolichoderinae. *Anales Museo Nacional Historia Natural Buenos Aires*, 28: 1-130.

Gotelli, N. J. & N. K., Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4:379-391

Guzmán-Mendoza, R., G., Castaño-Meneses & M. C., Herrera-Fuentes. 2010. Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad,* 81: 427- 435.

Karamura, C. M., M. S. C., Morini, C. J., Figueiredo, O. C. B., Bueno & A. E. Campos-Farinha. 2007. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainfoest. *Brazilian Journal of Biology*, 67 (4): 635-641.

Kusnezov, N. 1952. El estado real del grupo *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Lilloana*, 10:427-448.

López-Gómez, A. M. & G, Williams-Linera. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México,* 78: 7-15.

Mackay, E. & E., Mackay. 1989. Clave de los Géneros de Hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). (pp. 1-36). In: *Géneros de Hormigas en México y América Central.* Memoria del II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Oaxtepec, Morelos, México. SME-CIEAMAC.

McKinney, M. L. 2002. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioSciences*, 52 (10): 883–890.

McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosyst*, 11:161–176.

Moreau, C. S. 2008. Unraveling the evolutionary history of the hyperdiverse ant genus *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48: 224-239.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. CYTED, ORCYT/UNESCO y SEA Zaragoza.

Palacio, E. E. & F. Fernández. 2003. Clave para subfamilias y géneros (233-260). In: Fernández, F. (Ed). *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Parra, V., B., Flores, L., García, L., Alba, A., Sánchez, G., González, M., Gutiérrez & L. Quiroz. 2003. **L**istado

mirmecofaunístico del Parque Zoológico Africam Safari. *Elementos*, 52: 49-51.

Patitucci, L. D., P. R., Mulieri, J. C., Mariluis & J. A., Schnack. 2010. The population ecology of *Muscina stabulans* (Fallén) (Diptera: Muscidae), along an Urban-Rural Gradient of Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*, 39(3):441-446.

Quirán, E. M. 2007. El género neotropical Brachymyrmex Mayr (Hymenoptera: Formicidae) en la Argentina. III: Redescripción de las especies: *B. aphidicola* Forel*, de B. australis* Forel *y B. constrictus* Santschi*. Neotropical Entomology, 36(5):699-706.*

Ríos-Casanova, L., A. Valiente-Banuet & V. Rico-Gray. 2004. Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana (n .s.)*, 20(1): 37-54.

Rojas, F. P. 2001. Las hormigas del suelo en México: Diversidad, Distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica. Mexicana. (n. s.)*, Número especial (1): 189-238.

Sanford, M. P., P. N., Manley & D. D., Murphy. 2008. Manley Effects of Urban Development on Ant Communities: Implications for Ecosystem Services and Management. *Conservation Biology*, 23 (1): 131–141.

Schmidt, F. A. *&* E., Diehl. 2008. What is the Effect of Soil Use on Ant Communities?. *Neotropical Entomology,* 37(4): 381-388.

Silva, R.R. & C.R.F. Brandão. 1999. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. *Biotemas*, 12: 55-73.

Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163:688.

Snelling, R. R. 1973. The ant genus *Conomyrma* in the United States (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in Science*, 238: 1-6.

Snelling, R. R. 1975. Descriptions of the new Chilean ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in Science*, 274: 1-19

Snelling, R. R. 1995. Systematics of Neartic ants of the genus *Dorymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in Science*, 454: 1-14

Snelling, R. R. & J. H., Hunt. 1975. The ants of Chile (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Chilena de Entomología*, 9:63-130.

Tschinkel, W. R. 2005. The nest architecture of the ant, *Camponotus socius*. *Journal of Insect Science*, 5(9): 1-18.

Williams-Linera, G., Halfter, G. & E., Ezcurra. 1992. El estado de la biodiversidad en México. (pp. 285–312). In*:* G. Halffter (comp.). *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Coedición Instituto de Ecologia, SEDESOL, CYTED-D. Xalapa, Veracruz, Mexico.

Wilson, E.O., 2003. *Pheidole in the New World*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

Zar, J. H., 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

Recibido: 11 de octubre 2010
Aceptado: 28 de octubre 2010

2

A
Número de especies
Número de muestreos
Especies observadas
Bootstrap Mean
Chao 1 Mean

B
Número de especies
Número de muestreos
Especies observadas
Clench
Mod. Logarítmico

3

A
Número de especies
Número de muestras
Especies observadas
Bootstrap Mean
Chao 1 Mean

B
Número de especies
Número de muestras
Especies observadas
Clench
Mod. Logarítmico

Figura. 2. A. Curva de acumulación de especies para formícidos capturados con trampas de miel, de acuerdo a estimadores no paramétricos Bootstrap y Chao 1. B. Curva de acumulación de especies para formícidos capturados con trampas de miel, de acuerdo a estimadores paramétricos Clench y Modelo logarítmico. Fig. 3. A. Curva de acumulación de especies para formícidos capturados con pitfall cebadas con atún, de acuerdo a estimadores no paramétricos Bootstrap y Chao 1. B. Curva de acumulación de especies para formícidos capturados con trampas pitfall cebadas con atún, de acuerdo a estimadores paramétricos Clench y Modelo logarítmico.

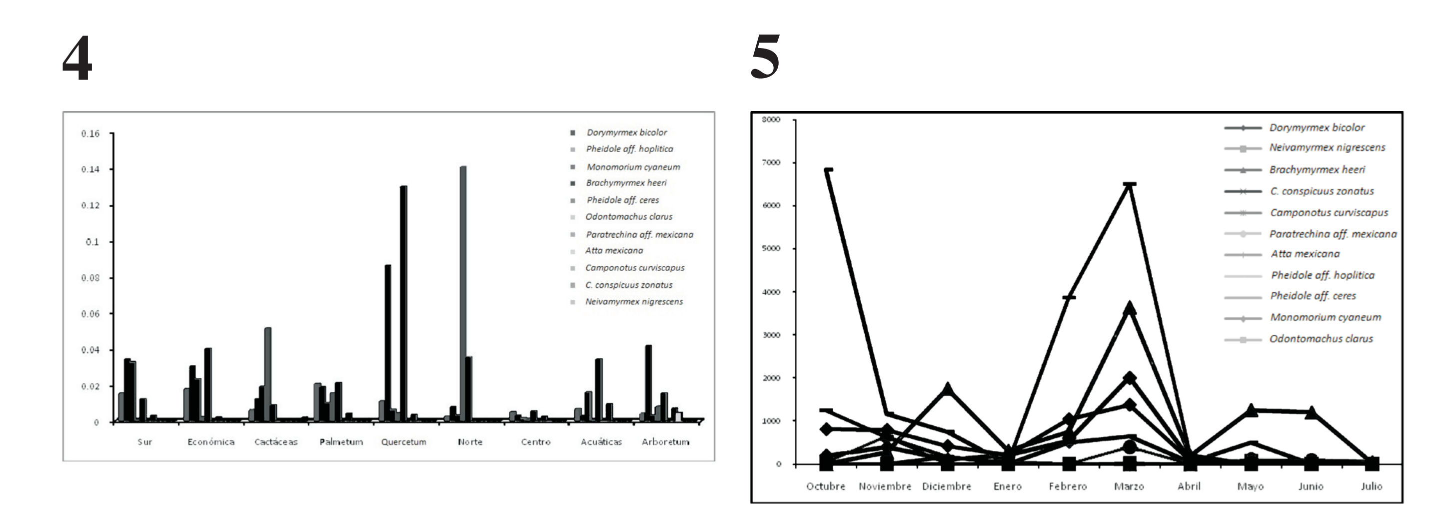


Figura 4. Abundancia relativa de las especies en cada zona del Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo. Figura 5. Frecuencia de especies de Formicidae durante los meses de muestreo.

Cuadro 1. Especies registrados para el estado de Puebla en Parque Zoológico Africam Safari (PAS), Valle de Tehuacán (VT), Valle de Zapotitlán (VZ) y Jardín Botánico de la BUAP (JBP) (Parra et al. 2003, Ríos- Casanova et al. 2004, Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños 2010, Guzmán- Mendoza et al. 2010).

SUBFAMILIA	ESPECIE	PAS	VT	VZ	JBP
Dolichoderinae					
	Dorymyrmex bicolor Wheeler	X			X
	Dorymyrmex burreni (Trager)			X	
	Dorymyrmex cf. *flavus* (McCook)		X	X	
	Dorymyrmex cf. *insanus* (Buckley)		X		
	Forelius mccooki McCook		X		
Ecitoninae					
	Neivamyrmex cornutus Watkins	X			
	Neivamyrmex nigrescens (Cresson)			X	X
	Labidus sp.	X			
Formicinae					
	Brachymyrmex depilis (Emery)			X	
	Brachymyrmex heeri Forel *				X
	Camponotus conspicuus zonatus Emery *				X
	Camponotus curviscapus Emery *				X
	Camponotus declivus (Santschi)			X	
	Camponotus (Tanaemyrmex) atriceps (Smith)	X	X	X	
	Camponotus (Tanaemyrmex) festinatus (Buckley)		X		
	Camponotus (Tanaemyrmex) flavopubens Emery		X		
	Camponotus (Myrmobrachys) rubrithorax Forel	X	X		
	Myrmecocystus melliger Forel	X			
	Myrmecocystus mendax (Wheeler)			X	
	Paratrechina arenivaga (Wheeler)			X	
	Paratrechina mexicana (Forel)		X		
	Paratrechina sp. aff. *mexicana* (Forel)*				X
	Prenolepis sp.	X			
Mirmicinae					
	Aphaenogaster mexicana (Pergande)	X			
	Atta mexicana (Smith)	X	X	X	X
	Cardiocondyla emeryi (Forel)			X	
	Crematogaster sp.	X			
	Leptothorax tonsuratus Kempf	X			
	Megalomyrmex sp.			X	
	Monomorium cyaneum Wheeler *				X
	Monomorium sp.	X			
	Pheidole sp. aff. *ceres* Wheeler *				X
	Pheidole sp. aff. *hoplitica* Wilson*				X
	Pheidole sp.	X	X	X	
	Pogonomyrmex barbatus (Smith)	X	X	X	
	Solenopsis geminata (Fabricius)	X		X	
	Solenopsis xyloni McCook		X		
	Strumigenys sp.		X		
	Temnothorax punctithorax (Mackay)			X	
	Temnothorax sp.			X	
	Tetramorium spinosum Pergande		X		
	Tetramorium sp.			X	
	Trachymyrmex sp.			X	
Ponerinae					
	Odontomachus clarus Latreille	X	X	X	X
Pseudomyrmecinae					
	Pseudomyrmex major Forel		X		
	Pseudomyrmex pallidus Smith		X		

* Registros nuevos para el estado de Puebla.

Cuadro 2. Número de ejemplares colectados por especie durante los meses de muestreo.

Especie/Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	TOTAL
Dorymyrmex bicolor	198	393	105	212	540	2011	103	0	87	40	3689
Neivamyrmex nigrescens	0	0	0	0	0	0	0	78	0	0	78
Brachymyrmex heeri	0	271	1752	310	744	3635	188	1258	1199	31	9388
Camponotus conspicuus zonatus	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
Camponotus curviscapus	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
Paratrechina aff. mexicana	41	638	0	0	11	399	0	103	90	0	1282
Atta mexicana	0	0	158	17	3	0	1	20	0	0	199
Pheidole aff. hoplitica	6838	1157	746	11	498	639	48	500	9	0	10446
Pheidole aff. ceres	1255	628	178	26	3868	6506	210	3	37	0	12711
Monomorium cyaneum	812	797	424	218	1044	1377	82	1	21	0	4776
Odontomachus clarus	2	0	0	0	0	19	11	0	0	0	32

Cuadro 3. Número de especies colectadas, esperadas y el % de eficiencia de muestreo para trampas de miel y cebadas con atún, calculado por estimadores paramétricos y no-parametricos.

Tipo de cebo	Estimador	Especies Colectadas	Especies esperadas	Eficiencia del muestreo
Miel	Bootstrap Mean	8	9	94.56%
Miel	Chao Mean 1	8	8	100%
Miel	Clench	8	9	93.80%
Miel	Modelo Logarítmico	8	8	98.64%
Atún	Bootstrap Mean	11	12	91.05%
Atún	Chao Mean 1	11	11	100%
Atún	Clench	11	12	91.97%
Atún	Modelo Logarítmico	11	11	99.90%

Cuadro 4. Distribución de las especies capturadas e índice de diversidad de Simpson en las áreas del Jardín Botánico de la BUAP.

	Centro	Sur	*Arboretum*	Acuáticas	*Quercetum*	*Palmetum*	Económica	Cactáceas	Norte
Dorymyrmex bicolor	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pheidole aff. hoplitica	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Brachymyrmex heeri	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pheidole aff. ceres	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Monomorium cyaneum	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paratrechina mexicana	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Atta mexicana	x	-	x	-	x	-	-	-	-
Camponotus curviscapus	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Camponotus conspicuus zonatus	-	-	-	-	-	-	x	x	-
Neivamyrmex nigrescens	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Odontomachus clarus	x	x	-	x	-	-	-	x	x
Índice de diversidad Simpson	0.784	0.725	0.692	0.673	0.577	0.805	0.744	0.668	0.408

Ausente (-) Presente (x)

Cuadro 5. Atributos de los tipos de trampas utilizadas para la captura de formícidos.

	Miel	Pitfall	p	Estadígrafo
Riqueza	8	11	0.49	Chi. Cuad.
Abundancia	9,993	32,227	<0.05	Chi. Cuad.